



バルーンサット共同実験

Balloon-Sat Launch Explanation March 2014 by Wakayama Space Project
(WSP)

島野 侑加^{1,2}, 大国 友篤^{1,2}, 横山 佳紀^{1,2}, 辻田 瞭^{1,2},
平尾 千紗都^{1,2}, 横谷 晟人^{1,2}, 木戸 佑輔^{1,2}, 前田 健吾^{1,2},
加藤 紘規^{1,2}, 寺石 拓矢^{1,4}, 磯川 心^{1,5}, 岡田 泰修^{1,2},
鈴木 喬明^{1,2}, 武田 凌^{1,2}, 裕間 拓郎^{1,3}, 広瀬 僚平^{1,2}

¹ 和歌山大学宇宙開発プロジェクト (WSP), ² 和歌山大学システム工学部,

³ 和歌山大学経済学部, ⁴ 和歌山大学教育学部, ⁵ 和歌山大学観光学部

和歌山大学宇宙開発プロジェクト (WSP) は、大学生による成層圏バルーンについて製作・実験を行い、それに伴うマネジメント能力の育成を行っている。2014年3月に実験に成功した報告と2015年3月の実験に向けての準備の報告を行う。

キーワード：成層圏バルーン, バルーンサット, 通信実験

1. 概要

バルーンサットを使った実験は、宇宙空間におけるほどではないが地上に比べて電波的な外乱要因が少ないため、無線の伝送に関して、より理論値に近い実験を行うことが可能である。また、全体のシステムとしても、宇宙にまでキューブサットを打ち上げるより費用がかからず、学生が準備できるような安価で実施可能な実験を行うことが可能である。また、缶サットを打ち上げるより高度の高い場所での実験が可能である。自律機器の動作実験や長距離における通信実験を行うことができる。キューブサットと缶サットの実験運用可能範囲の間の高度で実験することができるのである。

2. 2014年3月実験の目標

バルーンサットの運用により、長距離通信伝送システムの実証と成層圏と地上間のリアルタイムでの映像伝送、ローテーターを使用したアンテナ自動追尾でのデータ受信を行う。四国からバルーンサットを放球して成層圏からの映像を撮影し、和歌山沖の海上で落下したペイロードを回収し、この環境での実験データを取得する。機器の製作、実験運営および回収作業、な

らびに映像撮影・通信の実験を通した、工学系技術の育成と本プロジェクト遂行の過程におけるマネジメント能力の育成を目的とする。さらに、今後の運用につなげ複数の機関で連携して行っていける環境構築を目指している。

3. 2014年3月の実験

WSPでは過去、2014年3月1日午前9時10分に四国よりバルーンサットを放球し、和歌山県串本沖で船2隻により海上で回収を行った。バルーンサットの最高到達予定高度は、成層圏となる高度28kmであった。落下速度の低減のため、パラシュートをつけた。ペイロード(搭載部)にはビデオカメラや映像送信機、GPS、各種センサ等を搭載した。バルーンサットと地上間での通信は、前年度まではモルス信号を使用し人力でデコードしていたが、アマチュアバンドの通信機であるMAD-SSを使用し、コンピュータでデコードする形式へと、大幅な変更を行った。これにより、MAD-SSを使い、広くアマチュア無線家が利用できる形の無線の長距離通信実験を行うと同時に、地上でバルーンサットのGPSによる位置や高度の情報を常時把握できるようになった。また、実験局である映像送

信機によってバルーンサットからの映像を伝送し、ローテーターを使用した地上のアンテナの自動制御でデータを受信した。MAD-SS受信局は、放球点、潮岬、田辺、和歌山大学、高知工科大学、回収船2隻へ設置し、前者3か所ではバルーンサットからの映像の受信も行った。図1がその受信局の構成の図である。また、取得したGPS、センサのデータを基に生成したQRコードを送信する映像に挿入し、地上でデコードすることでペイロードの状態を知ることができるテレメトリシステムを構築した。地上で受信したQRコードをソフトウェアもしくは携帯電話でデコードすることでバルーンサットの緯度・経度・高度に加えて、内部温度、ペイロードの向いている方角、電池電圧を知ることができるという仕組みである。

2014年の実験は和歌山大学、岩手県立大学、山梨大学、株式会社数理設計研究所、高知工科大学、日高高校の共同実験であった。

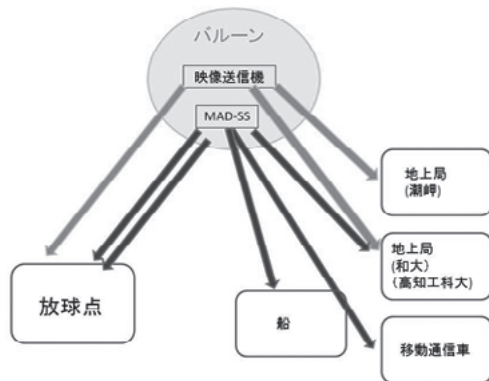


図1 受信局の構成

3.1 ペイロード外装

2014年の実験では、ペイロードに水野産業製のKC-9(W293xD206xH166mm 内径 ポリスチレンペーパー製)を使用した。図2、図3、図4はペイロードの側面、上面である。搭載したカメラは二台で、それぞれ窓が開いている。側面には映像送信機からの熱を逃がすための放熱板が取り付けられている。蓋の上部から出ている筒はスポンジと吸水ポリマーを詰めた通気口で、外気圧が低くなっても内圧を高くしないために搭載されている。また、ペイロードボックスとは別に落下時の衝撃分散および転覆防止のための機構を搭載している。ペイロードボックスと転覆防止機構を合わせた重量はおよそ4000gである。

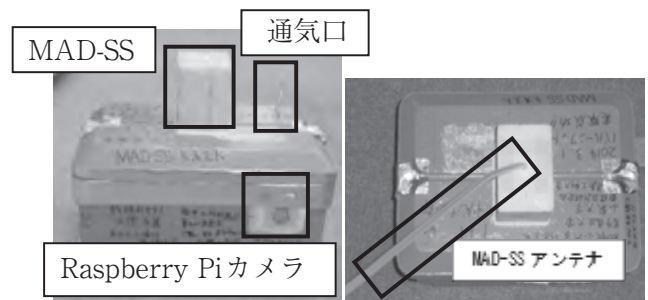


図2 ペイロード側面

図3 ペイロード上面

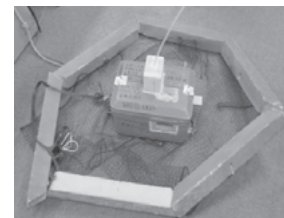


図4 ペイロード外観

ペイロードとは別に落下時の衝撃分散及び転覆防止機構を搭載した。図5がペイロード外側の浮き輪の連結部分である。スタイロフォームで作られた六つの部品をつなぎ合わせており、部品の内部は一本のゴムで繋がれている。ゴムには高いテンションがかかっており、引っ張っても元の形に戻るため崩れた体勢で落下しても転覆せず、また衝撃を分散させられる。この効果は実験によって15m(落下速度はおよそ5m/s)の高さからペイロードを90度傾けて落下させても機能することを確認した。

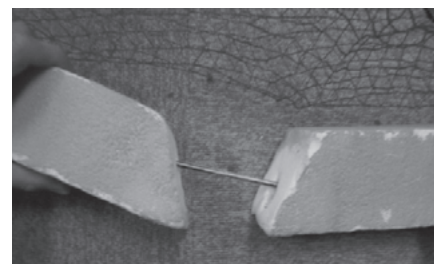


図5 部品の接合部

3.2 ペイロード搭載物

3.2.1 概要

2012年度の実験で搭載を見送った各種センサの搭載を行った。ペイロード内部は3階層構造になっており、次の表1のように搭載した。ペイロード上部（アンテナ取り付け部）およびペイロード内部の各段は図6、図7、図8に示す。

また、上昇中の内部温度低下による機器及びカメラ用窓の結露を防ぐため、粒状のシリカゲルを封入し、映像送信機の排出する熱を逃がすために放熱板を設け

た。

表1 ペイロード搭載物

	搭 載 物
上部	MAD-SS専用1/2λアンテナ
上段	メインスイッチ GPS モジュール、温度・方位センサ
中段	電源基板、MAD-SS ボード、 Arduino MEGA (micro SD カード搭載)、温 度センサ、気圧センサ、GoPro
下段	リチウムイオンバッテリー USB リチウムイオンバッテリー 映像送信機、Raspberry Pi Raspberry Pi カメラ

3.2.2 電装系

ペイロード内電装系のブロック図を図9に示す。

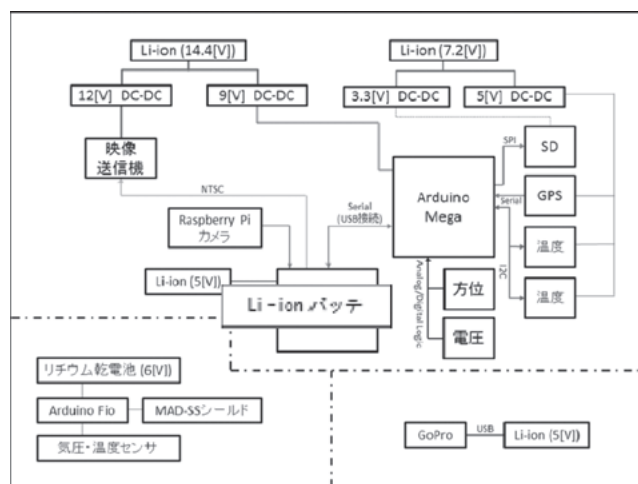


図9 ペイロード電装系ブロック図

ペイロード内電装系は主に3つのシステムから成り立っている。

1つ目はArduino MEGA・Raspberry Pi・映像送信機によるセンサ情報取得・映像送信系である。このシステムは12V、9V、5V、3.3Vの電源を必要とするため、搭載したリチウムイオンバッテリーから目的の電源の電圧を供給する電源モジュールも含まれる。また、Raspberry Piは単独で5VのUSB リチウムイオンバッテリーを使用する。

2つ目はMAD-SSを使用してバルーンサット飛行中の位置データを逐次地上に送信する位置情報送信系である。このシステムは、他のシステムと独立してGPSモジュール、高度・温度センサを搭載しており、電源も独立したリチウム乾電池である。

3つ目はGoPro3+ Black Editionを使用して飛行中の外部の映像をフルハイビジョン画質で撮影し、記録する映像撮影系である。

3.2.3 センサ情報取得・映像送信系

2014年の実験では、各種センサの搭載とそのデータの記録を行った。また、取得したデータを基にQRコードを生成して地上に送信する映像に挿入し、地上でデコードすることでペイロードの状態を知ることができるテレメトリシステムを構築した。このシステムは、地上で受信したQRコードをソフトウェアもしくは携帯電話でデコードすることでバルーンサットの緯度・経度・高度に加えて、内部温度、ペイロードの向

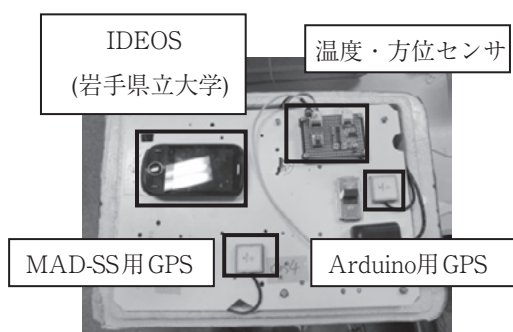


図6 ペイロード内部上段



図7 ペイロード内部中段

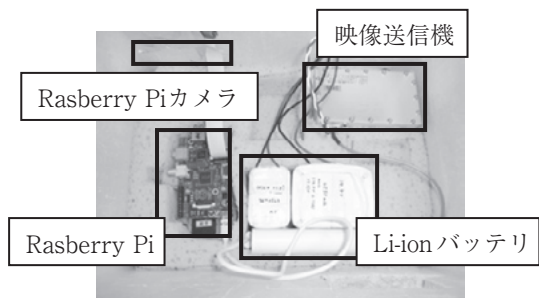


図8 ペイロード内部下段

いている方角、電池電圧を知ることができるという仕組みである。

これらの動作を行うため、センサデータの取得とmicro SDカードへの記録にArduino MEGA (図10)を、ペイロード外部の撮影にRaspberry Piカメラを、映像記録、Arduino MEGAより取得したセンサデータのQRコード化、映像送信機への映像出力にRaspberry Pi (図11)を、地上への映像送信にコスモウェーブ社の1281.5MHz映像送信機 (図12)を使用した。



図10 Arduino MEGA



図11 Raspberry Pi

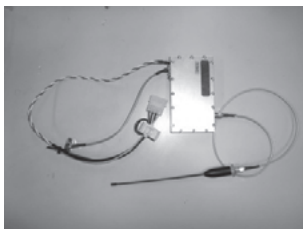


図12 映像送信機

このシステムが動作する上では12V、9V、5V、3.3Vの電源がそれぞれ必要である。そのため、搭載した2系統のリチウムイオンバッテリー (図13)から効率的に各電圧の電源供給を行うため、TDKラムダ社のDC-DCコンバータCC-Eシリーズを用いて電源回路を製作した。このDC-DCコンバータは発熱が三端子レギュレータに比べ少なく効率が良い上に、入力電圧が出力電圧を下回っても昇圧して正常に出力することができるため、最後まで安定した電圧を供給することができる。本電源回路には、GPS等のセンサに対する電氣的ノイズを低減するため、ラップフィルムで絶縁処理をした上で、アルミホイルで全体を覆うシールド処理を行った。図14に示す。

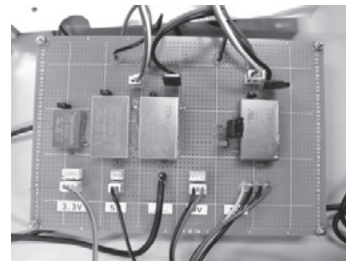


図13 電源回路

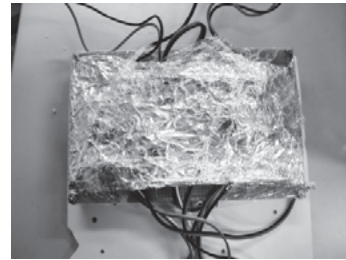


図14 シールド処理

また、2012年度の実験では製作中に電源のショートや極性間違い等の事故が発生したため、リチウムイオンバッテリーとの接続は逆接続のできないコネクタ (図15)を2種類使用して接続し、他の電源ラインや信号ラインも全て異なるコネクタ、配列、色のコネクタを採用し、事故が起こらないよう工夫した。



図15 Li-ionバッテリー用コネクタ

3.2.4 位置情報送信系

2014年の実験では、アマチュア無線の長距離通信実験として、数理設計研究所・岩手県立大学・山梨大学が参加した。本実験により電波の電波状況や障害状況などに関する調査を行ったが、本項目では全体システムとしてのバルーンサットに関してのみ記述する。バルーンサットの全体システムからは本アマチュア無線実験で使用するデータとして位置情報を提供した。MAD-SSはスペクトラム拡散通信により非常に省電力ながらも長距離の通信を実現することができるシステムである。地上で無線機を用いて送信周波数の音声をコンピュータに入力し、デコードソフトによりデコードを行い、位置情報やセンサ情報を得ることができる。

このMAD-SSシールドと送信データを作成するArduino Fio, GPSモジュール, 気圧・温度センサを組み合わせ、位置情報送信系「図16」を製作した。バッテリーはリチウム乾電池を4本直列として使用した。

当初の設計では本システムを2系統パイロード内に搭載し、GPSの時刻情報を基にして地上に1系統ずつ交互に位置情報を送信するという方式であったが、放球直前に2系統のうち1系統の回路に不具合が見られたため、1系統のみの搭載となった。

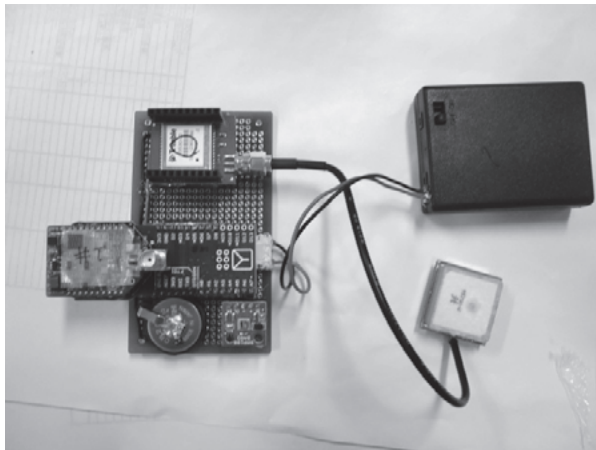


図16 位置情報送信系

3.2.5 映像撮影系

映像撮影系は、GoPro HERO3+ Black Edition（図17）を使用して、飛行中の外部の様子をフルハイビジョン画質（1080p）で撮影し、内蔵の32GB micro SDHCカードに記録するシステムである。GoProは非常に軽量ながら耐衝撃・耐候性に優れていることから、搭載を決定した。飛行中のバッテリー切れを防ぐため、市販のリチウムイオンバッテリー充電器を接続し、連続撮影時間を延ばしている。

GoPro等の映像撮影機器は、動作時に多くの電気的ノイズを発生させることから、レンズ部以外をアルミホイルで巻き、接触ショート防止のためさらに上からラップフィルムで保護を行った。



図17 GoPro3+

4. 2014年3月の実験結果

4.1 実験結果

2014年3月1日に高知県室戸市の国立室戸青少年自然の家よりバルーンを放球した。天気は曇り時々雨であった。9:10に放球後、最高高度25kmを達して、和歌山県すさみ町の山中に落下した。すぐに捜索に向かい、回収に成功した。この時はパイロードとパラシュートの回収を行い、後日残っていた気球を回収した。回収までの成功は、2009年にこのプロジェクトでバルーンサットが始まって以来、初めてであった。残念ながら、海上での回収ではなく陸上に落下してしまったことは今後の改善点である。しかし、常時地上より位置情報をロストすることなく気球の現在地を追尾でき、最終落下地点まで把握することが出来たことは大きな成果であった。

転覆防止機構が適切に働いていたかどうかは海上回収とならなかったため判断できなかったが、パイロードの破損は見られなかったのである程度衝撃は和らげられたと考えられる。また、同じく海上に落下しなかったため気密についての評価はできなかった。発見時に放熱板が熱くなっていたことから、放熱効果もあったと推定される。

映像の受信に関しては、伝送範囲や受信準備に問題があり受信はほぼ出来なかった。だが、回収したビデオカメラの記録により電源投入から着地までの一連の映像を、フルハイビジョン画質で入手することに成功した。図18が取得できた映像の一部である。今回2013年度の放球実験では2012年度の放球実験と比較すると非常に多くの機器を搭載したものの、全機器がほぼ正常に動作した。Arduino MEGAが記録した時刻・緯度・経度・高度・温度・電池電圧のデータを回収することができ、本データを確認すると電源投入から電源切断（回収隊が行った）までの1秒ごとの全ての記録が残っていたことから、上空でも正常に動作していたことが確認された。

2013年度の放球実験では、パイロードの回収に成功したことから、Arduino MEGAが記録した時刻・緯度・経度・高度・温度・電池電圧のデータを回収することができた。本データを確認すると電源投入から電源切断（回収隊が行った）までの1秒ごとの全ての記録が残っていたことから、上空でも正常に動作していたことが確認された。このデータを基に作成した飛

行経路が次の図19、図20 (Google Earthにより作成)、時刻-高度グラフが次の図21である。

映像送信機による映像送信は、岩手県立大学の移動通信車によると、飛行中にコンソール画面から、カメラ映像に戻らなくなり、ペイロード外部の映像が送信されていなかった。記録された映像を確認したところ、着地までの映像が記録されていた。

位置情報送信系のMAD-SSのデータ送信は、1系統のみでの運用となったものの最後まで正常に行われ、放球点・地上局・船で追尾を行うことができた。放球点では和歌山県西牟婁郡すさみ町沖20kmまで追尾を行うことができた。



図18 撮影した画像

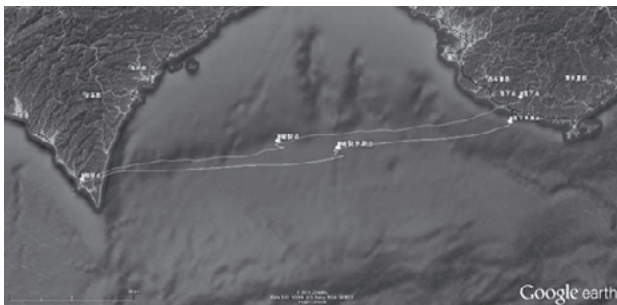


図19 飛行経路 緑が実際の経路、黄が予測



図20 飛行経路(立体) 飛行経路

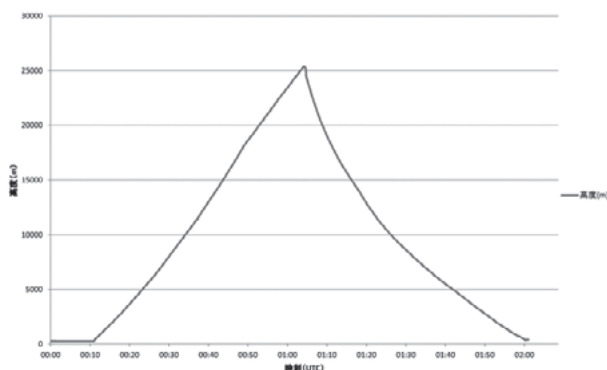


図21 時刻-高度グラフ

4.1 考察, 反省

当初の予定であった海上での船による回収は出来なかった。今回陸地に落下したのは山中だったために被害は何もなかったが、市街地に落ちてしまった時のことを考えてリスクマネジメントをしなくてはならない。今後は安定して海上回収を行っていただける体制にしたい。事前の予測と航路を比べると、北上した上に予想最高到達高度より低く、落下速度が想定よりも遅くなっている。これはどこに落下するか大きく左右する可能性があるため、回収の可否にも影響を与える。パラシュートが大きすぎたことが原因と考えられるので、事前に落下速度の検証を行う必要がある。航路に違いが出たのは、天候が雨だったのが影響しているのかもしれない。地上の様子を撮影したかったが、天気が良くないことにより上空で取得できた地球の映像が一面の雲となってしまったのも、残念である。次回行うときは、天気も大きな要因として考慮し実施の判断を下すことが望ましい。

また、MAD-SSの提供により、正確な位置情報を地上でリアルタイムにコンピュータを用いて取得できるようになったことで、前年度までの通信方法であったモールス信号による聞き間違いの混乱を防ぎ、受信に要する人員の削減を行うことができた。

回収されたセンサの記録データによると、着地後にペイロード内温度が一時65℃に達していたことが判明した。これは映像送信機の排熱によるものであった。上空ではペイロード内温度がほぼ一定に保たれていたとしても、着地・着水後に内部の機器が過熱することでデータ送信の停止や記録データの保持が出来なくなる可能性がある。そのため、着地・着水を検出して映像送信機への電源供給を停止する必要があると考えられる。映像については一部曇っていたため、カメラ窓に曇り止めを塗る必要性を感じた。

マネジメント面での問題点として、スケジュール通り進まないことが多くあり、調整が難航したり時間的余裕がなくなったりで当初の予定とズレが生じてしまった。他大学との共同製作となった部分については、情報の共有が上手くいかないことも出てきたので、コミュニケーションをとり管理していかなければならない。

5. 2014年3月の実験での各所の動き

5.1 放球点

5.1.1 放球点の当日の流れ

放球は、国立室戸青少年自然の家の敷地内、ふれあい広場(高知県室戸市)から行った。

メンバーは以下の通りである。

和歌山大学 WSP 学生 5 名

シニアアドバイザー 1 名

以上の合計 6 名

当日の作業スケジュールは表2の通りである。今回は放球点での作業人数が極端に少なかったため、時間的に余裕がなかった。その結果、放球時刻が9時10分(10分遅れ)となってしまった。

表2 作業スケジュール

日時	時刻	作業内容
2/28	15:00	大学出発
	22:00	宿泊場所に到着
3/1	7:30	現場到着 作業開始
	8:15	ヘリウム充填開始
	8:40	充填完了 ペイロードの最終調整
	8:55	関係各所への連絡
	9:10	放球 受信開始
	9:30	片付け
	10:30	撤収
	19:30	大学到着

当日の天気は少し雨が降っていた。しかし、無風であることから放球可能と判断し、ヘリウムのボンベ及びその他必要物品の搬出やブルーシートを広げるなどを行った。作業風景が図22である。

ヘリウムガスの充填を行った。この時、ペイロードの搭載機器の最終調整も同時進行で行っていたため、シニアアドバイザーを含めた3人での作業となった。今回はほぼ無風(風速1[m/s]以下)だったため、かなりスムーズに充填できた。充填の様子が図23である。

アルミテープでペイロードを密封する作業や、パラシュートを結びつける作業などを行った。また、海上自衛隊や高知空港への直前連絡も同時進行した。



図22 放球点の様子



図23 ヘリウム充填の様子

9時10分に放球を行った。雨が止み、無風だったため、垂直に上昇していった。そのため、木などに引っ掛かる心配はなかった。さらに、その直後から映像の受信や位置情報の解析も開始した。放球直後の様子が図24である。



図24 放球直後の様子

9時30分頃になると信号を受信できなくなったため、片付けを済ませた。その後、串本の本部へ連絡し、撤収した。

5.1.1 反省と考察

今回の放球での大きな反省点は、以下の2点である。

1点目は、革製の手袋を持っていくべきだったことである。雨の中でのヘリウムガスの注入では様々な条件により雨が冷却されて手にかかってしまった。軍手の場合では軍手自体が凍ってしまい、レギュレータなどに引っ付いてしまった。さらに、手もかなり冷えてしまうなどの事態が起こった。

2点目は、発見時連絡先をペイロードに搭載することを忘れてしまったことである。今後は起こさないように最終調整時に注意すべきであった。

今後の実験に向けて重要なことは、まず放球点には多くの人員を割くことである。これはヘリウムガスの充填やペイロードの最終調整など、力仕事が多いからだ。そして、それらを同時進行しなければならないため、多くの人員が必要である。

次に、放球点の信号受信設備をもっとも信頼できるものにすることである。放球の直前まで機械の調整を行えることなどから、すべての受信局の中で最も信頼度が高いのが放球点であり、着水の直前までデータを受信できるからである。

最後に、放球点に本部を設置する方がよいと感じた。様々な条件により実験の延期・中止などの判断をするにあたり、責任者は放球点に居ると効率が良いであろう。これまでは船との連絡を取るために串本に本部を設置していたが、連絡担当者を串本に設置し、放球点と船との連絡を中継してもらうことで解決できると考える。

5.2 和大局

和大局は、より受信の精度を高くするべく、和歌山大学システム工学部A棟屋上に同学部の許可を得て設営した。MAD-SSの受信装置を図24に示すように屋上の最南端に設営し受信を試みた。

しかし、パソコン上においてMAD-SSの受信を示す緑のランプの点灯はみられず、受信状況をしめす波形においても何の変化も見られなかった。

この原因について、潮岬観光タワーにおけるMAD-SSのIDの誤入力の原因に挙げられたが、IDの間違いだけでは受信ができないということはないため、単に電波が和歌山大学にまで届いていなかったものだと考えられる。



図24 和大局における受信装置

5.3 船

船は須江港を出航し、それぞれのポイントでGPS受信を行い、着水した本体の回収を行った。なお、船1は須江港から50km先の気球航路上を放球前までの待機ポイント(北緯33度25分36秒, 東経135度13分26秒)とした。船の配置図が図25である。

今回の実験では本体の回収可能海域を拡大するため船2隻に協力をいただいた。陸地での回収となり、海上での回収能力については確認できていないが、気球のGPSを受信し、船のGPSと照らし合わせて回収する方法は十分有効だと思われる。実験当日は曇り空であったが風と波は穏やかであった。

気球のGPSの受信には他観測点と同様に(株)数理設計研究所のMAD-SS(Mathematical Assist Design Laboratory's Spectrun Spread)を使用した。当日はアンテナだけを船外に取付け、機器は船内に設置した。

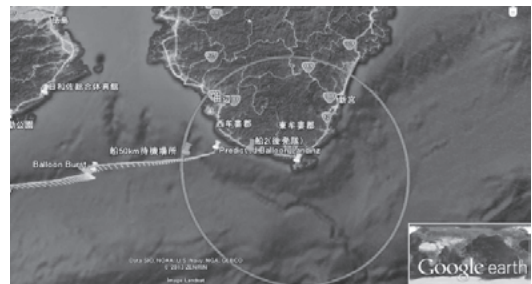


図25 船配置図

5.3.1 船1

船1に乗船したメンバーは以下の通りである。

和歌山大学 WSP 学生 : 1名

宇宙教育研究所職員 : 1名

船1の詳細を表3、図26に記す。

表3 船1詳細

船 名	濱 丸
操縦者	濱 光
総トン数	7.9トン
船舶長	13.64メートル



図26 濱丸

午前4時30分に出港し、ポイントには出港4時間後に到着、機器を組立て、実験を開始した。その後、気

球が陸地に寄り始めたため基地局の指示でポイントを変更し、陸地に落下すると判断された後は須江港へ午後2時に帰港した。

当日は機器の人的トラブルにより気球のGPSを受信することができなかった。原因は機器のロックが外れており、設定されていた条件がリセットされていた為である。前日の機器テストでは正常に作動していたことから、テスト後から実験開始直前までにロックボタンを押してしまったと考えられる。

基地局との連絡については、船1のポイントでは機種がdocomoの場合は通話が可能だと確認した。しかし、圏外になる場合もあるため、乗船する担当者はアマチュア無線の資格を取得している者が望ましい。

5.3.2 船2

和歌山県串本町須江港から出港した。船の名前は「瑞宝丸」で漁船である。メンバーは以下の通り。

和歌山大学 WSP学生 : 1名

山梨大学 教授 : 1名

和歌山県立日高高校 学生 : 1名

当日の船2のデータ取得状況は、表4である。

以下の図27が船から撮影した実験当日の写真。



図27 船からの当日の様子

5.4 本部

本部は和歌山県串本町の潮岬観光タワーに設置した。各地点の情報を収集して取りまとめる機能を持つとともに、バルーンサットからのGPS情報と映像の受信作業も行う。

準備時間の見積りを誤り、急いで準備することとなった。受信作業に必要な物品を忘れてきたために初期受信を行うことができなかった。買い出しにより途中か

表4 当日のスケジュール

日時	時刻	WSP学生	山梨大学教授	日高高校学生
2/28			串本町到着	串本町到着
3/1	4:45	和歌山大学出発		
	7:00	串本町到着		
	8:00	合流		
	8:45	須江港 出港		
	9:10	船1との無線通信に成功		
	9:25	バルーンからのデータ受信に成功（位置情報の取得はまだ）		
	10:15	上空25km付近でのバルーンのバースト情報取得		
	10:20	船2の待機場所に到着・そのまま待機（少しずつ四国の方向へ流される）受信状態順調		
	10:25	経度；135.17859 緯度；33.45952のデータを取得		
	10:42	バルーンの高度5kmのデータを取得		
	10:50	バルーンが陸に上がったことを確認船撤収の指示を本部から受け、港に帰ることを決断		
	10:57	高度；1295m 経度；135.5883 緯度；33.5356の位置データを取得		
	12:44	港に帰港		
	16:45	パイロードを回収班と合流		

ら作業を行うことが出来たが、このようなことは今後あってはならない。本部で受信できなければ、判断を下す際にも不都合が起こるため出発前のチェックを厳しくしたい。また、当日の運用として受信した位置情報をどう解析するのか具体的な流れが考えられていなかったのも、その場で考えて行動することになってしまった。予想以上に人手が必要で、学生2人だけでは人手不足であった。受信の様子が図28である。

他に、映像受信のためのローテーターを設置する場所が無かった。どのように取り付けるか事前に考えていなかったために、設置することが出来ずアンテナは手持ちとなってしまった。その影響があるのかもしれないが映像の受信は、電波の届く範囲が狭かったためか全く受けることができなかった。



図28 受信の様子

6. 2015年3月の実験

2015年3月のバルーンサット実験は和歌山大学、名古屋大学、芝浦工業大学の共同実験である。MAD-SSを利用しての実験に成功はしたが2014年3月の実験が初めてであった。和歌山大学でのバルーンサット実験の環境を他団体にも利用していただくために成功の実績を増やしておく必要がある。そのためにも今後の製作に力を入れていきたい。

8. 今後の展望

バルーンサット実験は、自律機器の動作実験や長距離における通信実験を行うことができるが、国内の法律にのっとり安全に実施していかなければならない。しかし、現行法ではアマチュア無線での無線通信はできず、実験を行うために新規で実験のための社団局を作るのも難しいのが現状である。和歌山大学ではバルーンサット実験をするための社団局をすでに保有しているため、全国の学生や団体の参加が可能になることを目指し、このバルーン実験の運用体制を活用していただくために全国的な組織を作成した。そして、安全に対するマニュアルや基準などを作成した。今後はバルーンサット実験及び、通信実験が安全に活発に行われるように活動を行っていく。

謝辞

和歌山県串本町 潮岬観光タワー
高知県室戸市 国立室戸青少年自然の家
国土交通省大阪航空局関西空港事務所
国土交通省大阪航空局松山空港事務所
国土交通省大阪航空局高知空港事務所
国土交通省大阪航空局徳島阿波踊り空港事務所
海上保安庁第五管区和歌山海上保安部
田辺海上保安部

串本海上保安署
海上自衛隊 徳島教育航空群
海上自衛隊 小松島航空隊
和歌山東漁業共同組合 「濱丸」 濱船長
「瑞宝丸」 西川船長

日高高校 学生
高知工科大学
岩手県立大学 瀬川典久
学生
山梨大学 美濃英俊
株式会社数理設計研究所 矢澤正人
和歌山大学シニアアドバイザー (クリエ)
下代博之
森田克己
和歌山大学システム工学部
和歌山大学宇宙教育研究所 秋山演亮
観光学部 尾久土正己
(敬称略)

皆様のご理解とご協力をいただき、2014年3月にバルーンサット実験を実施し、成功することができました。今回の成功はWSPにとって大きな一歩となりました。経験を積むことができ、新たなデータの取得もできました。今後も変わらぬご支援、ご指導を賜りますようお願い申し上げます。ありがとうございました。